小菜蛾（*Plutella xylostella* Linnaeus）幼蟲寄生小繭蜂（*Apanteles plutellae* Kurdjumov）之觀察[1]

邱瑞珍[2]　錢景秦[3]

摘要： 小菜蛾（*Plutella xylostella* Linnaeus）幼蟲寄生小繭蜂（*Apanteles plutella* Kurdjumov）乃小菜蛾之主要天敵。在本省北部地區春季之田間情況下，其寄生率可達30%。本文從事其各期形態記述，發育經過及部份習性之觀察。各期之識別特徵爲卵無色透明，長圓形，尾端有一刺。卵期二天。幼蟲期約爲八天。第一齡幼蟲爲尾顎型，初孵化時體節不甚明顯，頭大、大顎鐮刀狀，體具尾狀物。經二天後即蛻皮而達二齡。第二齡幼蟲爲囊型，此時大顎不見，但見口部有三隆起，即上唇和一對小顎。前胸發達，腹部末端有膨大之圓形囊狀物。約經五天即蛻皮而成爲第三齡幼蟲。此時幼蟲穿破寄主體膚外出。其體色淡黃帶綠、略彎曲、大顎與體節均明顯，但腹末之囊狀物消失。幼蟲一屆老熟，約經一天即成前蛹。前蛹體色淡黃，腹部帶白色，有橙紅色之眼點。約經二天即化蛹。蛹體鮮黃色稍透明，複眼紅褐色，單眼三個均橙紅色。蛹期約五天。自卵之孵化，幼蟲發育，化蛹至成蟲羽化約需時十七天。成蟲羽化後以蜜水餵飼，其壽命可長達二十天。

小菜蛾屬於鱗翅目之菜蛾科(Plutellidae)。食害十字花科蔬菜心部，剝食葉片之一面表皮及葉肉，老熟時更結繭於葉面，常使蔬菜不能結球，降低蔬菜之品質，產量與市售價格。甚或被害植株發育失常而損及食用價値，造成菜農之嚴重損失。小菜蛾全球均有分佈，在本省北部每年發生十九代[1]，南部發生二十至二十一代[6]。因其繁殖迅速且代代均需用藥防治之故，致使本省常用農藥如 Parathion, Malathion 及 DDT 等已難收防治之效，可能已產生抗藥性[3,4,5]。又以近年來本省現行防治推廣用之 DDVP, Elsan, Thiodan, Dibrom, Diazinon 及 Lannate 等藥劑，依有效濃度進行小菜蛾防治試驗時，其效果均不如初期推廣時之有效，乃使吾人懷疑小菜蛾確已有抗藥性產生之可能[7]。因此年來對於該蟲之防治對策，除致力於有效藥劑之試驗外，不得不轉求於其寄生性天敵之利用。

小菜蛾之天敵依文獻記載計有二十三屬、六十三種之多[1]。但在本省目前被認爲較有希望者，僅有寄生於其幼蟲之一種小繭蜂，***Apanteles plutellae*** Kurd.。在新竹一帶菜圃，春季小菜蛾被此蜂寄生之百分率約30%左右。該蜂在本省已經臺大植物病蟲害系大規模繁殖，釋放於竹子湖、板橋、西螺、楠梓等地菜圃，供十字花科蔬菜小菜蛾防治之用。本文乃探明該寄生蜂各期形態與其在小菜蛾體內之發育經過及其部份習性。

本文承吳幹成技佐繪圖、周根清技佐協助試驗、蔡文珍與劉成功君代爲採集、陳嬌娥小姐協助飼蟲，文成承陶家駒技正，嚴奉琰教授分神校閱，作者等深爲感激，特此誌謝。

材料及方法 (Materials & Methods)

將小菜蛾二齡末至三齡初之幼蟲 100～150 隻，用毛筆輕輕挑至一片油菜葉上，再移至底徑 9cm 高 15cm 之玻璃瓶中，引入以 25% 蜜水餵飼之小菜蛾幼蟲小繭蜂二十對，任其產卵寄生。約經一小時後，將小菜蛾幼蟲與油菜葉片移至底徑 18cm 高 13.5cm 之玻璃皿中，逐日以新鮮菜葉飼養。同時每日取出十隻小菜蛾幼蟲剖視之，觀察小繭蜂在其幼蟲體內所產下卵之發育情形。本觀察係在農業

1　臺灣省農業試驗所試驗報告農試字第 592 號。

2　臺灣省農業試驗所應用動物系主任兼臺灣植物保護中心技正。

3　臺灣省農業試驗所應用動物系技佐。

試驗所養蟲室進行，室溫保持 20±2°C，相對濕度 66～75%。

解剖小菜蛾幼蟲時，將其輕放於玻片上，加一滴雙甘油，在雙管鏡下用二號蟲針挑破幼蟲尾部，將其體內之消化管拉出，小繭蜂之卵或第一齡幼蟲即隨著寄主幼蟲體液而流出。若爲第二齡幼蟲，在寄主之消化管拉出後，往往僅見其腹部末端之囊狀物，故須用蟲針在小菜蛾幼蟲之第一、二腹節處稍爲向後擠壓，才能使其完全脫離寄主。小繭蜂之幼蟲於第三齡時脫離寄主外出吐絲作繭。前蛹及蛹均由剖視其繭而得悉其發育經過。

觀察結果 (Results)

小菜蛾幼蟲小繭蜂之各期形態

卵 (圖 1, a～b): 無色透明，長圓形略彎曲，尾端有一刺。大小約 0.2×0.04 mm 筆者等剖視小菜蛾幼蟲小繭蜂之卵時，都在寄主消化管之後段發現之。因其卵之一端具有一刺，常附著於寄主消化管之外部。此刺正如 Grandori 氏所報導 *Apanteles* 屬之 *glomeratus*，卵之一端突起物可用以附着於寄主腸外，以免於寄主體液流動時被帶走[8]。實具有自衞作用。

幼蟲 (圖 1, c～h):

第一齡幼蟲: 無色透明，體長約 0.39mm，頭寬約 0.18mm，腹寬約 0.08mm。體有分節現象，但節數不明，其胸部與腹部之前半被有一些圓球形之細胞 B. B. Fulton (1640) 氏稱爲胚胎細胞，原在卵殼內，但於第一齡幼蟲孵化時往往在寄主體液中發現其游離存在。同氏又稱游離之胚胎細胞在其它寄生蜂亦被發現，極可能爲寄生蜂食料之一[9]。此齡幼蟲之特徵爲頭大，大顎鐮刀狀及具有尾狀物 (圖 1, c)。幼蟲經一天後，體長約 0.58mm，頭寬約 0.18mm，腹寬約 0.14mm (圖 1, d)。本齡幼蟲因有尾狀物及明顯之大顎，依據 K. S. Hagen (1964) 可稱爲尾顎型 (caudate-mandibulate type) 幼蟲。據稱其發達之大顎可咬斃同時寄生於同一寄主體內之同種或不同種之幼蟲。Thompson 與 Parker(1930), O. J. Smith (1952) 及 Salt (1961) 等氏相信顎型 (mandibulate type) 之第一齡幼蟲能分泌一種酵素 "cytolytic enzyme" 可將稍晚寄生於同一寄主體內之同種幼蟲殺死，亦爲自衞本能。Ullyett (1944) 氏認爲尾型 (caudate type) 幼蟲之尾狀物有三種功能，即突破卵殼，吸收寄主體液，又爲體軀之平衡器以與其龐大之頭部相抗衡[8]。究竟其功用何在，筆者等未敢臆測。

第二齡幼蟲: 即幼蟲孵化後之第三天，其體呈無色透明，大小約 2.1×0.63 mm。頭部仍爲第一齡形狀，三胸節及腹部之前七節較爲明顯，尾狀物消失，起而代之爲腹部末端膨大之圓形囊狀物 (vesicle)，消化管透明，清晰可見 (圖 1, e)。但發育一天後，其體呈半透明，大小約 2.52×0.84 mm，第一齡之頭殼已脫落，鐮刀狀之大顎無法看到，但見口部有三瓣隆起，參考 B. B. Fulton (1940)氏所記載 *Apanteles congregatus* 之第一齡幼蟲，可知居兩側者爲小顎，中間者爲上唇[9]。前胸發達，腹部與囊狀物連接處有明顯之束縊部份，使囊狀物更見顯著 (圖 1, f)。再經過二天剖視時，即幼蟲孵化後之第六天，其幼蟲體半透明，大小約 3.5×0.84 mm，消化管爲淡綠色，尾部囊狀物無色，體側氣管系統清晰。再後一天，即幼蟲孵化後之第七天，幼蟲體色爲淡黃綠色，大小約 4.2×0.84mm，消化管深綠色，囊狀物亦呈淡黃綠色 (圖 1, g)。本齡幼蟲因其腹部末端有一囊狀物，依 K. S. Hagen (1964) 氏可稱爲囊型 (vesiculate type) 幼蟲。Grandori (1911) 氏稱該型幼蟲之囊狀物緊接後腸，實爲後腸之突出物，至晚齡時縮回體內，成爲後腸末端之一部份。此囊狀物亦有被認爲與循環系統有關[8]。

第三齡幼蟲: 體淡黃綠色，大小約 4.27×0.84 mm，略彎曲，淡棕色幾丁質之大顎明顯，前方七腹節之側板顯著隆起，但腹部末端之囊狀物已趨於萎縮，消化管呈墨綠色 (圖 1, h)。

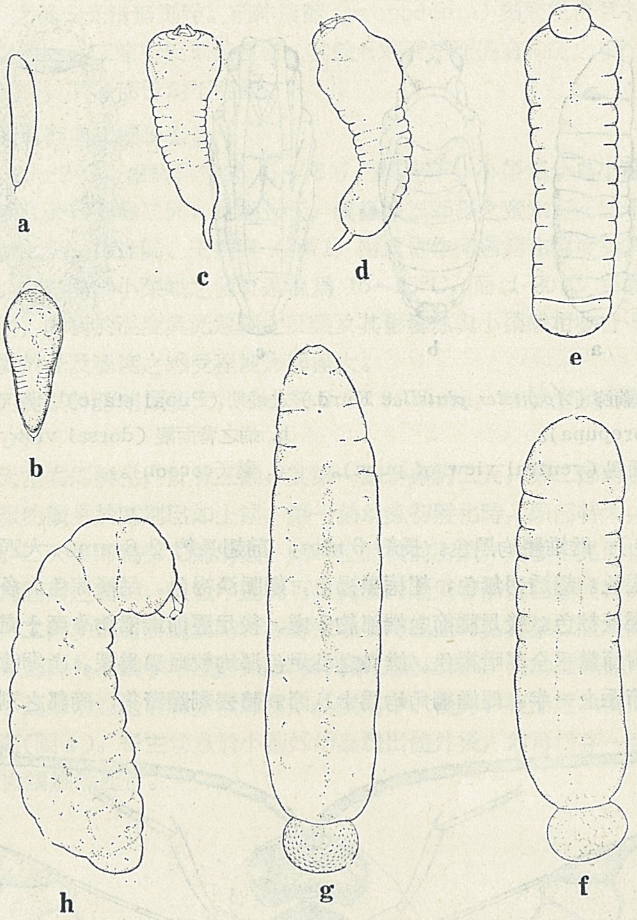

圖 1. 小繭蜂 (*Apanteles plutellae* Kurd.) 之卵 (Egg) 與幼蟲 (Larva).

a. 第一天之卵。 b. 第二天之卵。 c. 孵化當天之第一齡幼蟲。
d. 孵化後二天之第一齡幼蟲。 e. 蛻皮當天之第二齡幼蟲。 f. 蛻皮後二天之第二齡幼蟲。
g. 蛻皮後四天之第二齡幼蟲。 h. 第三齡幼蟲。

筆者等剖視小菜幼蛾蟲時，每見一隻寄主幼蟲體內有一至二隻或四至五隻小繭蜂之第一齡幼蟲。但檢視到第二齡幼蟲時，均發現僅有一隻幼蟲能發育正常，若有其它幼蟲存在，皆停留於第一齡狀態且已死亡。唯有一例，在同一寄主幼蟲體內發現有二隻寄生蜂之幼蟲，其中一隻發育正常，另一隻之體軀大小僅為前者之一半，其腹部末端都有囊狀物，但其第一齡之頭殼尚未脫落。再者自寄主幼蟲體內發育完成而鑽出體外之寄生蜂老熟幼蟲則均為一隻，從無例外。

繭 (圖 2，d)：白色長圓形，大小約 3.6×1.5mm，一端較他端為圓鈍，繭之兩端厚度較薄。距鈍端約 0.42mm 處之繭更薄，而小繭蜂之口部正朝向此處。

前蛹 (圖2，a)：體淡黃，腹部帶白色，大小約2.6-3×0.77-1mm，口吻部稍透明，橙紅色之眼點頗為明顯。

蛹 (圖 2，b 背面，c 腹面)：鮮黃色稍透明，大小約 2.8×0.9mm，複眼紅褐色，單眼三個橙紅色。觸角，翅部與各足均無色透明。觸角有十八環節。腹部背面可見七節，腹部末端附有第三齡幼蟲蛻下之皮。

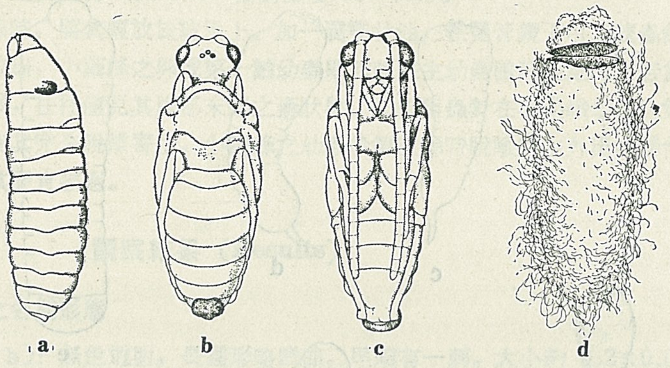

圖 2. 小繭蜂 (*Apanteles plutellae* Kurd.) 之蛹期 (Pupal stage) 與繭 (Cocoon)。
a. 前蛹 (prepupa)。 b. 蛹之背面觀 (dorsal view of pupa)。
c. 蛹之腹面觀 (ventral view of pupa)。 d. 繭 (cocoon)。

成蟲 (圖 3, ♀): 雌雄體均黑色，長約 3 mm，前翅長約 2.6 mm。大顋黃棕色，小顋鬚與下唇鬚黃色。觸角黑褐色。翅透明無色，翅痣黑褐色，翅脈淡褐色。足淡棕色。各足基節黑色，僅中足基節部份或大部份為淡棕色。後足腿節之端部約$\frac{1}{4}$處、後足脛節端部約$\frac{1}{3}$至$\frac{1}{4}$處、以及前、中足之跗節均帶暗色。後足跗節幾乎全部暗褐色。雄蟲之各足色澤均較雌蟲為深。產卵管鞘黑色，甚短，其外露長度不及後足脛節距之一半。雌雄觸角均為十八節。體表刻點密集，面部之刻點較為細弱。中胸側

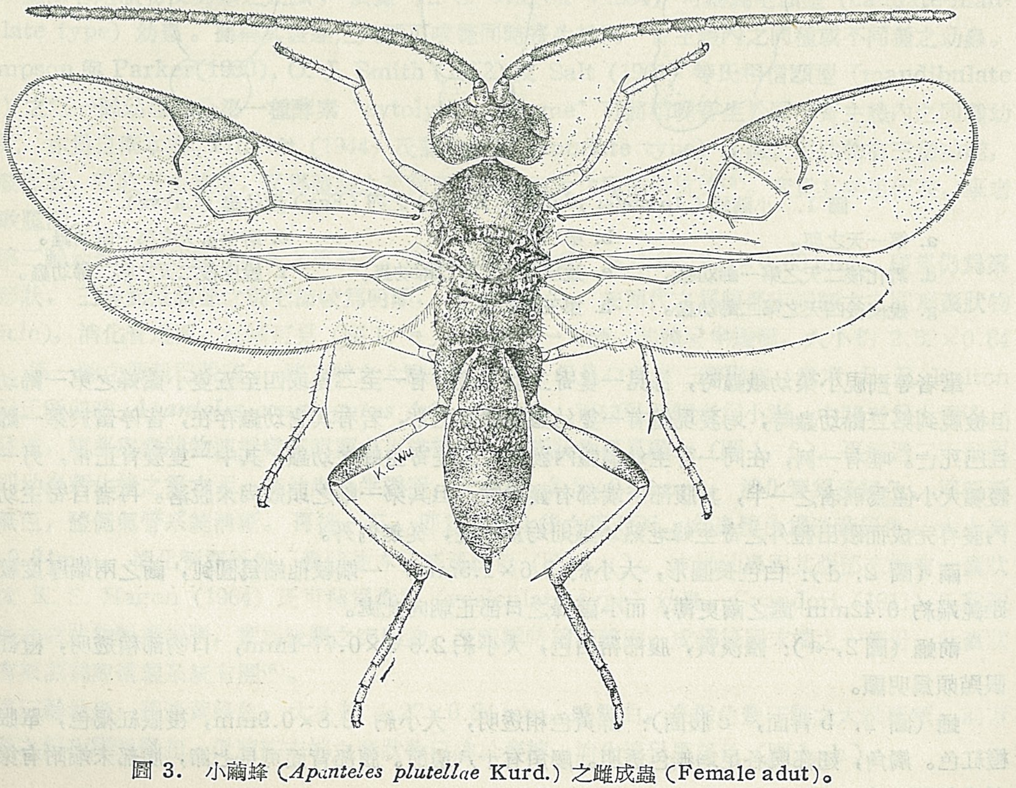

圖 3. 小繭蜂 (*Apanteles plutellae* Kurd.) 之雌成蟲 (Female adut)。

板（mesopleurum）之後半光滑無刻點。前伸腹節（propodeum）刻點粗密且有顯著之網狀隆起線，雌者較為顯著。腹部之第一、二節背板刻點粗密，其餘各節光滑而僅有稀疏之細小刻點，第三腹節之兩側區刻點稍為聚集成群，其餘部份均不明顯。

小菜蛾幼蟲小繭蜂之發育經過與部份習性

在室內溫度保持 20±2°C，相對濕度為 66～75% 之情況下，小菜蛾幼蟲小繭蜂一世代之發育經過為卵期二天，幼蟲期八天，前蛹二天，蛹期五天，成蟲餵以25%之蜜水可活二十天左右。故自卵發育至成蟲羽化約共需十七天。徐世傑、王振容（1971）兩氏曾作光週期和溫度對於小菜蛾發育及對小繭蜂寄生關係之影響。其結論為小菜蛾之發育適溫為 15～25°C，而以 20°C 為最適。小繭蜂之生長最適溫度與小菜蛾相同，其對於溫度與光週期之反應及其影響亦與小菜蛾相吻合[2]。因此小繭蜂之生長發育受其寄主昆蟲對於光及溫度之感受程度影響極大。

卵產下後一天，可見其外形略顯膨大，大小約 0.3×0.07mm，在雙管鏡下觀察隱約可見其卵內胚胎之變化（圖 1，b）。

幼蟲在卵產後二天左右即孵化，計有三齡，其第一齡幼蟲約二天，第二齡幼蟲約五天，第三齡幼蟲約一天。各齡期特徵明顯易於區別已如上述。第一齡幼蟲初孵化時，頭部特大，有鐮刀狀之大顎及腹部之末端有尾狀物。二天後即為第二齡幼蟲，此時體節較前明顯，大顎不見而口瓣明顯，尾狀物亦消失，腹部末端膨大為圓形之囊狀，全體半透明可見其體內之氣管系統已漸發育。第一、二齡幼虫均在寄主幼虫體內發育，二齡幼虫將要蛻皮時，在寄主幼虫外觀上可見其第二腹足側面隆起，其體內之小繭蜂幼蟲似乎正以頭部向外頂躦，並進行蛻皮變為第三齡幼蟲。俟幼蟲頭部外露即見有寄主體液流出，約三分鐘後，小繭蜂幼蟲之前胸亦漸外露，最後則中、後胸、腹部逐次擠出，待第九腹節脫離寄主時，開始吐絲作繭(圖４)。寄主幼蟲於小繭蜂幼蟲躦出體外後，尚可活存一至二天，但已不能取食，爬行困難，體力衰竭終於死亡。

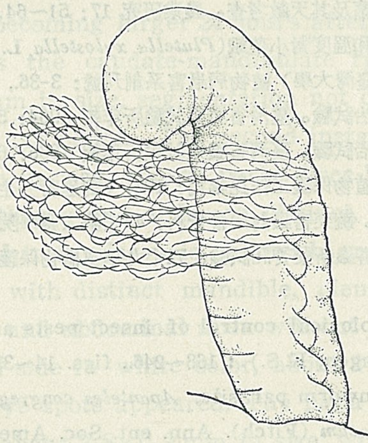

圖 4.　小繭蜂（*Apanteles plutellae* Kurd.）之三齡幼蟲從小菜蛾幼蟲體內躦出正結繭中（Third instar larva of *Apanteles plutellae* is weaving the cocoon)。

小繭蜂幼蟲結繭時，先以頭部彎向腹面之第三、四腹節，並往返吐絲織一薄網，經四至五分鐘後幼蟲完全脫離寄主進入薄網內，並以頭部將寄主推開，繼續吐絲作繭，約四小時後可織成一緻密之白色小繭，計自小繭蜂幼蟲頭部外露至全身脫離寄主幼蟲約需時十六分鐘，自開始吐絲至結成一繭亦需

時十三至十五分鐘。

老熟幼蟲於結繭後，即在繭內靜止不動，但見其黃色之眼點逐漸明顯，同時全體緊縮進入前蛹狀態（圖2，a）。此時眼點轉爲橙紅色，且於後期排出墨綠色之排泄物。正如 K. S. Hagen (1964) 氏所稱此類寄生蜂在前蛹之後期其中、後腸才相通，而幼蟲期堆積於中腸之排泄物於此時方排出體外。氏又謂此期如遇低溫，常有休眠現象發生。

前蛹變蛹時，其外殼透明，似乎已與內部之蛹體分離，在雙管鏡下觀察，殼內之蛹清晰可見。化蛹時腹部末端不停收縮，旋自頭部開始破裂，同時胸、腹向左右兩側輕微擺動，約經二十分鐘可將外皮蛻盡，堆積於腹部之末端。

成蟲羽化：蛹體由黃色漸變爲黑色，單眼、複眼及觸角均轉變爲黑色，先由各足開始活動，觸角次之，再次爲翅部漸漸與體軀分離，並慢慢伸展。先自頭部開始蛻皮，約經四至五小時始將蛹殼蛻盡而變成蟲。但仍在繭內蜷伏約十二小時，然後以口器在繭之較薄一端咬一半圓形裂痕，再以頭部向外頂撞，約二至三次即可將繭蓋揭開（圖 2，d），成蟲自繭內蹿出飛翔而去。

交尾與產卵：小菜蛾寄生蜂之雌雄蜂在羽化後即可交尾。交尾時雄蜂揮動觸角尋找雌蜂，觸及雌蜂即爬上其背，同時彎曲腹部，翅部稍爲展開，斜豎背上而行交尾，每次交尾約需時四十五秒。交尾後之雌蜂當天即可產卵，雌蜂欲產卵時，亦必揮動觸角尋找寄主，若觸及小菜蛾幼蟲時，即斜展双翅，彎曲腹部，將產卵管向前刺入寄主體內，約一至二秒鐘即拔出他去。在雌蜂之產卵管觸及小菜蛾幼蟲體軀時，小菜蛾幼蟲必急速扭動首尾，甚至吐絲下垂，藉以逃逸。但寄生蜂之產卵管一經刺入小菜蛾幼蟲之體內，後者就難逃脫。筆者等每次觀察寄生蜂產卵時，見及寄主昆蟲與寄生蜂間之激烈追捕與掙扎，深感宇宙間生物之生存競爭，無時無刻不在進行。

參考文獻 (Literature Cited)

1. 吳國家・1968. 小菜蛾之形性觀察及其天敵考查。農業研究 17: 51～64.
2. 徐世傑、王振容・1971. 光週期和溫度對小菜蛾(*Plutella xylostella* L.)發育及對小繭蜂 *Apanteles plutellae* 寄生關係之影響。(臺灣大學) 植物病蟲害系創刊號: 3-36., figs. 1～17.
3. 張良傳・1944. 蔬菜害蟲藥劑防治試驗。臺灣省農業試驗所年報 1964: 54～57.
4. 張良傳・1966. 蔬菜害蟲藥劑防治試驗。臺灣省農業試驗所年報 1966: 66～68.
5. 陶家駒・1966. 蔬菜害蟲。臺灣植物保護工作昆蟲篇: 197. (劉廷蔚先生六十歲紀念文集)。
6. 黃宗德・1970. 蔬菜害蟲之生態。蔬菜害蟲討論會資料: 43 (臺大農學院昆蟲研究室編)。
7. 臺灣省農業試驗所・1971. 油菜害蟲新藥委託試驗。五十九年度植物保護試驗報告: 233～236. (臺灣省政府農林廳編)。
8. DeBach, P. et al. 1964. Biological control of insect pests and weeds (Development stages of parasites, by Hagen, K. S.).: 168～246., figs. 14～33. Chapman & Hall Ltd., London.
9. Fulton, B. B. 1940. The hornworm parasite, *Apanteles congregatus* Say and the hyperparasite, *Hypopteromalus tabacum* (Fitch). Ann. ent. Soc. Amer. Columbus, 33: 231～244., 3 pls.
10. Gatenby, J. B. 1919. Note on *Apanteles glomeratus*, a braconid parasite of the larva of *Pieris brassicae*. Ent. Mo. Mag. London, 55: 19～26.
11. Sweetman, H. L. 1963. The principles of biological control.: 128～130., fig. 98. WM. C. Brown Comp. Inc., Dubuque, Iowa。
12. Watanabe, C. 1963. Discovery of *Apanteles plutellae* in Japan. Ins. matsum., 26: 63.

Observations on *Apanteles plutellae* Kurdjumov, a larval parasite of diamond-back moth (*Plutella xylostella* Linaeus) [1]

Shui-chen Chiu[2] and Ching-chin Chien[3]

Apanteles plutllae Kurd., of the family Braconidae, is an endoparasitic larval parasite of the diamond-back moth, *Plutella xylostella* L. (Plutellidae). It has been considered as one of the promising biological control agents of the moth in Taiwan. This investigation was aimed at to have a thorough understanding of the biology of the parasite, and carried out in Taipei under the laboratory conditions of approximately 20±2°C temperature and 66～75% relative humidity.

The average duration of the egg, larval, prepupal and pupal stages of the parasite was 2, 8, 2 and 5 days respectively. The total time required for the completion of a life cycle starting from egg to adult emergence averaged 17 days. The preovipositional period was less than 24 hours. Both sex of adult fed on 25% bee honey could live for an average of 20 days. Larvae appeared to have 3 nstars, the first-, second and third-instar, and lasted 2, 5 and 1 day respectively. The fully grown larva came out from the host body and pupated inside silken cocoon beside the remains of its host.

The morphological characteristics of different stages are also described and summerized as follows:

Egg is transparent, elongate with a short stalk, about 0.2×0.04 mm in size when deposited into the host and becoming larger 24 hours after deposition. The first instar larva may be recognized as the caudate-mandibulate type, with body transparent, about 0.39–0.58×0.08–0.14 mm in size, segmentation not clear, head larger, mandible distinct, and with a caudal projection. The second instar larva is semi-transparent, about 2.1–4.2×0.63–0.84 mm in size, mouth parts three-lobed (labium and a pair of maxillae), segmentation of thorax and abdomen distinct, and caudal projection developed to a vesicle. The third instar larva is yellowish green, about 4.27×0.84 mm in size, body slightly curved, with distinct mandible, pleura of 1st to 7th abdominal segments distinctly convex, and abdominal apex without apical vesicle. The prepupa is light yellow with ventral side in white color, about 2.6–3.0×0.77–1.0 mm in size. And a pair of orange red eye spots appeared. The pupa is bright yellow with seven visible abdominal segents, about 2.8×0.9 mm in size, with antenna, wings and legs transparent. Antenna 18-segmented. The exuviae of the third instar larva remains attached to its abdominal apex. The cocoon is white in color, elongate in shape

1. Report of Taiwan Agricultural Research Institute, no 592.

2. Head, Department of Applied Zoology, Taiwan Agricultural Research Institute and Senior Entomologist of Plant Protection Center, Taiwan.

3. Junior Entomologist, Dept. of Appl. Zool., TARI.

and about 3.6×1.5 mm in size. The adult is black in color, about 3 mm in length. Forewing about 2.6 mm long. Mandible light brown, palpi yellow, antenna black or dark brown, wings hyaline with pterostigma blackish and veins fuscous, legs light brown with coxae black except mid-coxa partially light brown, hind femur, tibia and front and middle tarsi partially dark, hind tarsus almost entirely dark, all legs of males usually darker than those of females. Antenna 18-segmented. Body densely punctate and with fine punctures on face, posterior half of the mesopleurum impunctate, propodeum coarsely densely punctated with a few distinct wrinkles which are more distinct in females. The first two abdominal tergites densely coarsely punctated, punctures on the other tergites are scarce, fine and weak or almost lacking.